

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Shun-ichi MIYAZAKI et al.

Serial Number: Not Yet Assigned

Filed: April 19, 2004

For: ACTIVE DIFFRACTION GRATING

Attorney Docket No.: 042250

Customer No.: 38834

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

April 19, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:


Japanese Appln. No. 2003-119323, filed on April 24, 2003

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP


Ken-Ichi Hattori
Reg. No. 32,861

1250 Connecticut Avenue, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111
KH/ll

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月24日
Date of Application:

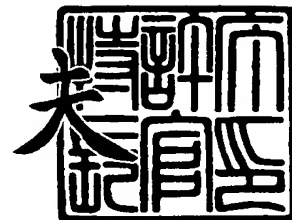
出願番号 特願2003-119323
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-119323]

出願人 横河電機株式会社
Applicant(s):

2003年 9月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02N0236

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/313

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会
社内

【氏名】 宮崎 俊一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会
社内

【氏名】 三浦 明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会
社内

【氏名】 小林 信治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会
社内

【氏名】 岡 貞治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会
社内

【氏名】 藤田 忠重

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会
社内

【氏名】 八木原 剛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社
社内

【氏名】 和田 守夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社
社内

【氏名】 飯尾 晋司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社
社内

【氏名】 佐藤 千恵

【特許出願人】

【識別番号】 000006507

【氏名又は名称】 横河電機株式会社

【代表者】 内田 勲

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005326

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクティブ回折格子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2次元平面に形成された光導波路と、この2次元平面上に一定の間隔でマトリックス状に複数個形成された点電極からなり、この点電極の大きさと点電極間の距離は、前記光導波路に入射する光の直径の長さに点電極を直線状に並べたときに、線として機能する程度に小さく、かつ、密に形成されると共に、前記光導波路に入射した光の進行方向に対して所定の角度を有して少なくとも2本の平行な線となるように、前記マトリックス状に配置された点電極の複数個を選択して電圧を印加し、前記2次元平面導波路に入射した光が前記少なくとも2本の平行な線で反射したときに、光の波長と前記2本の線の入射光に対する角度と線と線の距離がブラッグ反射条件を満足するように前記光導波路の屈折率を部分的に変化させたことを特徴とするアクティブ回折格子。

【請求項 2】

前記光導波路は n（または p）型にドーピングされた半導体コア層と、p（または n）型にドーピングされたクラッド層からなり、この光導波路を挟んで形成された電極の少なくとも一方を点電極としたことを特徴とする請求項1記載のアクティブ回折格子。

【請求項 3】

前記2次元平面の周りに m 個の入射手段と m 個の出射手段を配置すると共に、前記マトリックス状に配置された点電極の複数個を一群として、この一群の電極を前記入出射手段からの延長線がクロスする光導波路のクロスポイントに形成し、任意の入射手段へ入射した光が、前記クロスポイントに形成された群電極のうちの任意の群電極の点電極に印加する電圧を制御して、前記点電極が形成された部分の屈折率を変化させ、任意の出射手段に回折光が入射するように構成したことを特徴とする請求項2または3に記載のアクティブ回折格子。

【請求項 4】

任意の入射手段から任意の出射手段に選択的に回折光を入射させるために、前

記群電極に電圧を印加する手段として最適制御を実現するためのアルゴリズム機能を用いたことを特徴とする請求項 4 に記載のアクティブ回折格子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速光通信の光スイッチ等に用いて好適なアクティブ回折格子に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来半導体基板上の回折格子は、光造形技術や超微細加工技術により一定間隔の溝を形成したり、電子ビームによる直接書き込みにより作製されている。

図 5（a）はそのような従来の回折格子の要部構成を示す平面図である。

【0 0 0 3】

図において、1 は例えば金属やセラミックなどの基板であり、この基板 1 上にはフォトリソグラフィとエッチングの技術によりストライプ状の凹凸 2 が形成されている。

図 5（b）は他の従来例を示すもので、この例では半導体基板の上部に同様の技術により断面が三角状の凹凸 3 がストライプ状に形成されている。

なお、金属やセラミックなどの基板や半導体基板の上部にストライプ状の凹凸や断面が三角状の凹凸を作製する先行技術としては下記のものがある。

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特開平 7 - 1 7 3 6 4 9 号公報

【0 0 0 5】

【特許文献 2】

特開平 8 - 3 2 0 5 0 6 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

しかしながら、これらの方法により作製された回折格子は、溝間隔が一定であり、かつ入射光線の方向に対して形成位置が固定となるため、入射波長の波長変化や入射角度の変化には対応できないという問題があった。

本発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、半導体基板上に２次元回折格子を形成し、その回折方向や回折光強度を、自由に制御できるようにしたアクティブ回折格子を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の請求項１のアクティブ回折格子においては、

２次元平面に形成された光導波路と、この２次元平面上に一定の間隔でマトリックス状に複数個形成された点電極からなり、この点電極の大きさと点電極間の距離は、前記光導波路に入射する光の直径の長さに点電極を直線状に並べたときに、線として機能する程度に小さく、かつ、密に形成されると共に、前記光導波路に入射した光の進行方向に対して所定の角度を有して少なくとも２本の平行な線となるように、前記マトリックス状に配置された点電極の複数個を選択して電圧を印加し、前記２次元平面導波路に入射した光が前記少なくとも２本の平行な線で反射したときに、光の波長と前記２本の線の入射光に対する角度と線と線の距離がブラッグ反射条件を満足するように前記光導波路の屈折率を部分的に変化させたことを特徴とする。

【0009】

請求項２においては、請求項１記載のアクティブ回折格子において、前記光導波路はｎ（またはｐ）型にドーピングされた半導体コア層と、ｐ（またはｎ）型にドーピングされたクラッド層からなり、この光導波路を挟んで形成された電極の少なくとも一方を点電極としたことを特徴とする。

【0010】

請求項３においては、請求項２または３に記載のアクティブ回折格子において、

前記２次元平面の周りにｍ個の入射手段とｍ個の出射手段を配置すると共に、

前記マトリックス状に配置された点電極の複数個を一群として、この一群の電極を前記入出射手段からの延長線がクロスする光導波路のクロスポイントに形成し、任意の入射手段へ入射した光が、前記クロスポイントに形成された群電極のうちの任意の群電極の点電極に印加する電圧を制御して、前記電極が形成された部分の屈折率を変化させ、任意の出射手段に回折光が入射するように構成したことを特徴とする。

【0011】

請求項4においては、請求項4に記載のアクティブ回折格子において、任意の入射手段から任意の出射手段に選択的に回折光を入射させるために、前記群電極に電圧を印加する手段として最適制御を実現するためのアルゴリズム機能を用いたことを特徴とする。

【0012】

【発明の実施の形態】

はじめに本発明の根拠となる「ブラッグ回折条件」について図4を用いて説明する。図4(a, b)に示すように、ある物質(結晶)5にX線6が入射すると、結晶内の各原子5aは、入射X線の一部を散乱する。

【0013】

各原子からの散乱X線は、互いに干渉しあい、特定の方向で強めあい回折X線7を生じる。この回折X線7を与える条件がブラッグ回折条件である。

即ち、図4(b)に示すように格子面(ここでは格子の並びを線として示している)に入射光の波長 λ を一定として入射すると、格子間隔 d および入射角 θ をパラメータとして、下記に示すブラッグの回折条件

$$2d(\sin\theta) = m\lambda \quad m; \text{整数(回折次数)}$$

を満足する条件で回折光が強め合う。図中(ロ)で示す反射光は(イ)で示す反射光線に対して a で示す距離($d\sin\theta$)の2倍の $2d(\sin\theta)$ 遅れて出射することを示している。

【0014】

図1(a)は本発明の実施形態の一例を示す拡大斜視図、図1(b)は同じく平面図である。これらの図において、10は例えばGaAs系化合物半導体から

なる矩形状に形成された基板であり、表面はP++層となっている。

【0015】

11は光導波路で、この層は図1(c)に更に拡大して示すようにP++層を覆って屈折率N2でP型からなるクラッド層14が形成され、このクラッド層を覆って屈折率N1でN型からなるコア層15が形成されている。

【0016】

16はコア層を覆って形成された屈折率N3からなるSiO₂層であり、このSiO₂層にマトリックス状に穴を形成して点電極12が形成されている。この点電極の大きさと点電極間の距離は光導波路11に入射する光の直径に対して線として機能するように多数形成されている。

【0017】

例えば図1(b)に示すように光の直径(W)を2μmとした場合、点電極を直線状に(N個)例えば10個配置した場合は点電極の大きさと点電極間の距離d2は0.1μmとなり、100個配置した場合は点電極の大きさと点電極間の距離は0.01μmとなる。

図1(b')は電圧を印加している点電極が一本の線として機能している状態を表示したものである。

【0018】

この点電極で形成する線の長さは入射光の入射位置のずれや光径の違い等に対応できるように入射光の直径より十分長く形成されている。

なお、上記コア層、クラッド層、SiO₂層の屈折率の関係は $N_2 < N_1 > N_3$ のように形成されている。13は基板のP++層上に形成された下部電極である。

【0019】

図1(a~c)において、マトリックス状にN個配置された点電極12のうち入射光ビーム(I)の進行方向に対して θ_p の角度となるように黒点で示した点電極に電圧が印加され、その部分の光導波路11に屈折率変化(屈折率の低下)が直線状に生じている。

【0020】

その場合、光は図4に示すものと同等の現象となって $(2d(\sin\theta) = m\lambda)$ のブラッグ回折条件に従って $m=1$ の一次回折光が矢印(ロ)方向に出射する。また、 $m=2$ の二次回折光は例えば矢印(ハ)方向に出射する(図1(a)参照)。そして、点電極に電圧が印加されていない場合は光は矢印(ニ)方向に透過光となって出射する。

なお、矢印(ニ)方向への透過光は点電極12に電圧が印加されている場合も回折光の漏れ光として僅かに出射する。

【0021】

図2(a~d)は図1に示す本発明の回折格子の動作パラメータを示す図である。図2(a)は入射光の進行方向に対して角度 θ_p の直線を4本形成した例を示している。この線は多いほど(例えば数十~数百本)回折光の出力を強くすることができる。

【0022】

図2(b)は線と線の幅 d と角度 θ_p を同時に制御して光の波長が未知のときにある固定された出力ポートに回折光を導くようにしたものである。

【0023】

図2(c)は線と線の幅 d と角度 θ_p を同時に制御して光の入射方向が未知のときにある固定された出力ポートに回折光を導くようにしたものである。

図2(d)は光の入射ビーム幅に対応する線を構成する点電極の密度の増減により回折光の強度を調整できることを示しており、(イ)で示す線は1つ置きに点電極に電圧を印加した状態、(ロ)で示す線は線上の全ての点電極に電圧を印加した状態を示している。

【0024】

図3は本発明の応用例を示す平面図である。図において10は図1に示すものと同様の半導体基板であり、この基板の2次元平面の周りに m 個の入射手段(図示省略)と m 個の出射手段(1~ m)が配置され、入射手段からの入射光(1~ m)が基板に形成された導波路(図示省略)に入射する。

【0025】

1-1~ $m-m$ は基板上にマトリックス状に形成された配置された点電極の複

数個を一群とする群電極 17 である。これらの群電極 17 は入出射手段からの延長線がクロスする光導波路のクロスポイントに形成されている。

【0026】

そして、任意の入射手段へ光を入射させ、クロスポイントに形成された群電極 17 のうちの任意の点電極に電圧を印加すると、その点電極が形成された光導波路の屈折率が部分的に変化して、任意の出射手段に回折光が出射する。図 3 では 1-1 の群電極に入射した入射光 1 が出射手段 1 に出射し、2-2 の群電極に入射した入射光 2 が出射手段 2 に出射し、m-m の群電極に入射した入射光 m が出射手段 m に出射している状態を示している。

【0027】

なお、入射光は群電極に電圧が印加されていない場合は透過光となり、電圧が印加されている場合も回折光の漏れ光が透過する。

また、図では省略するが、任意の入射手段から任意の出射手段に選択的に回折光を入射させるために、群電極に電圧を印加する手段として最適制御を実現するためのアルゴリズム機能を用いた電圧制御手段を用いるものとする。その結果、入射手段からの光を、任意の出射手段に高速で、損失を少なくして回折光を得ることができる。

【0028】

本発明の以上の説明は、説明および例示を目的として特定の好適な実施例を示したに過ぎない。したがって本発明はその本質から逸脱せずに多くの変更、変形をなし得ることは当業者に明らかである。特許請求の範囲の欄の記載により定義される本発明の範囲は、その範囲内の変更、変形を包含するものとする。

【0029】

【発明の効果】

以上実施例とともに具体的に説明した様に本発明によれば、

2次元平面に形成された光導波路と、この2次元平面上に一定の間隔でマトリックス状に複数個形成された点電極からなり、この点電極の大きさと点電極間の距離は、前記光導波路に入射する光の直径の長さに点電極を直線状に並べたときに、線として機能する程度に小さく、かつ、密に形成されると共に、点電極の任

意の電極に電圧を印加して光導波路の屈折率を部分的に変化させ、光導波路に入射した光の進行方向に対して所定の角度を有して少なくとも2本の線となるように、マトリックス状に配置された点電極の複数個を選択して電圧を印加して2次元平面導波路に入射した光が少なくとも2本の線で反射したときに、ブラッグ反射条件を満足する角度になるように点電極に電圧を印加したので、回折方向や回折光強度を、自由に制御できるようにしたアクティブ回折格子を実現することができる。

【0030】

また、2次元平面の周りに n 個の入射手段と m 個の出射手段を配置すると共に、前記マトリックス状に配置された点電極の複数個を一群として、この一群の点電極を前記入射手段からの延長線がクロスする光導波路のクロスポイントに形成し、任意の入射手段へ入射した光が、前記クロスポイントに形成された群電極の中の任意の群電極に印加する電圧を制御して、前記電極が形成された部分の屈折率を変化させ、任意の出射手段から光を出射するように構成し、任意の入射手段から任意の出射手段に選択的に光出射を得るために、群電極に印加する電圧として最適制御を実現するためのアルゴリズム機能を用いるようにしたので、制御の自由度が高く、小型で、信頼性に富み、通信量変動、通信障害に対応するフレキシビリティの高いアクティブ回折格子が実現できる。

【0031】

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るアクティブ回折格子の実施形態の一例を示す斜視図、平面図および断面図である。

【図2】

本発明に係るアクティブ回折格子の動作パラメータを示す図である。

【図3】

本発明のアクティブ回折格子の応用例を示す断面図である。

【図4】

本発明の動作原理を示す説明図である。

【図 5】

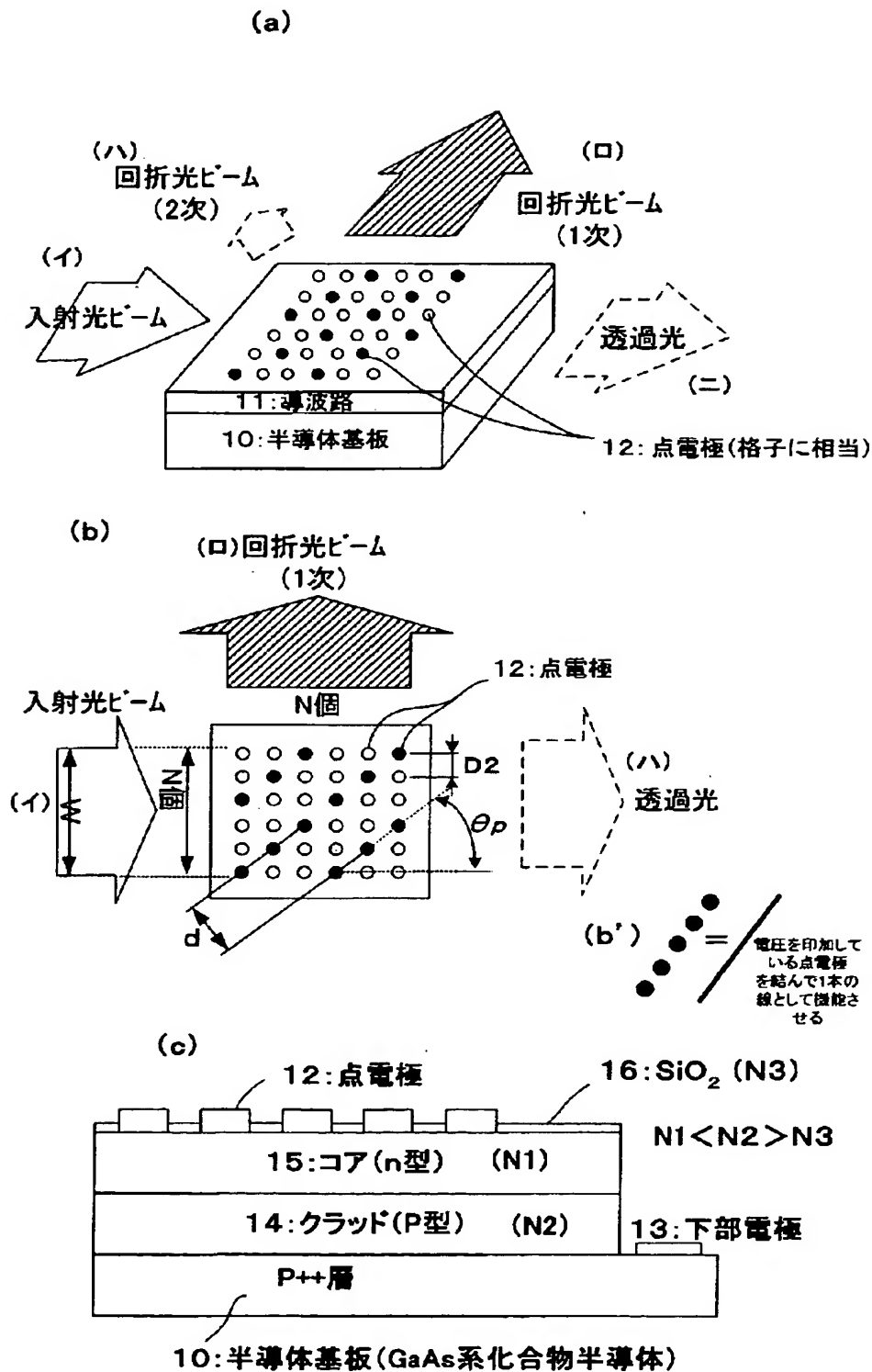
従来例を示す断面図である。

【符号の説明】

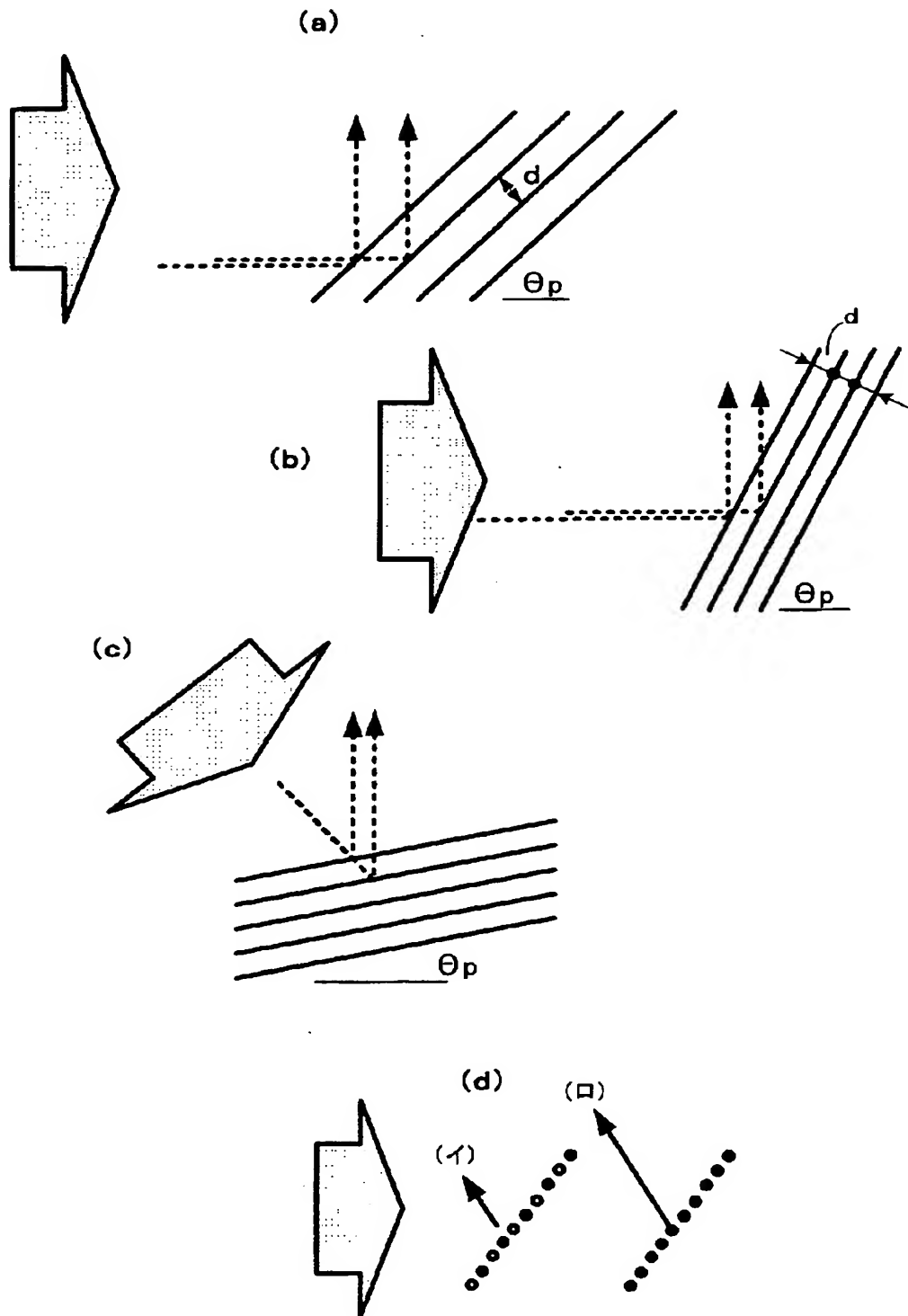
- 1 基板
- 1 a、1 0 半導体基板
- 2 ストライプ状凹凸
- 3 三角状凹凸
- 5 物質（結晶）
- 6 X線
- 7 回折格子
- 1 1 導波路
- 1 2 点電極
- 1 3 下部電極
- 1 4 クラッド
- 1 5 コア
- 1 6 SiO_2
- 1 7 群電極

【書類名】 図面

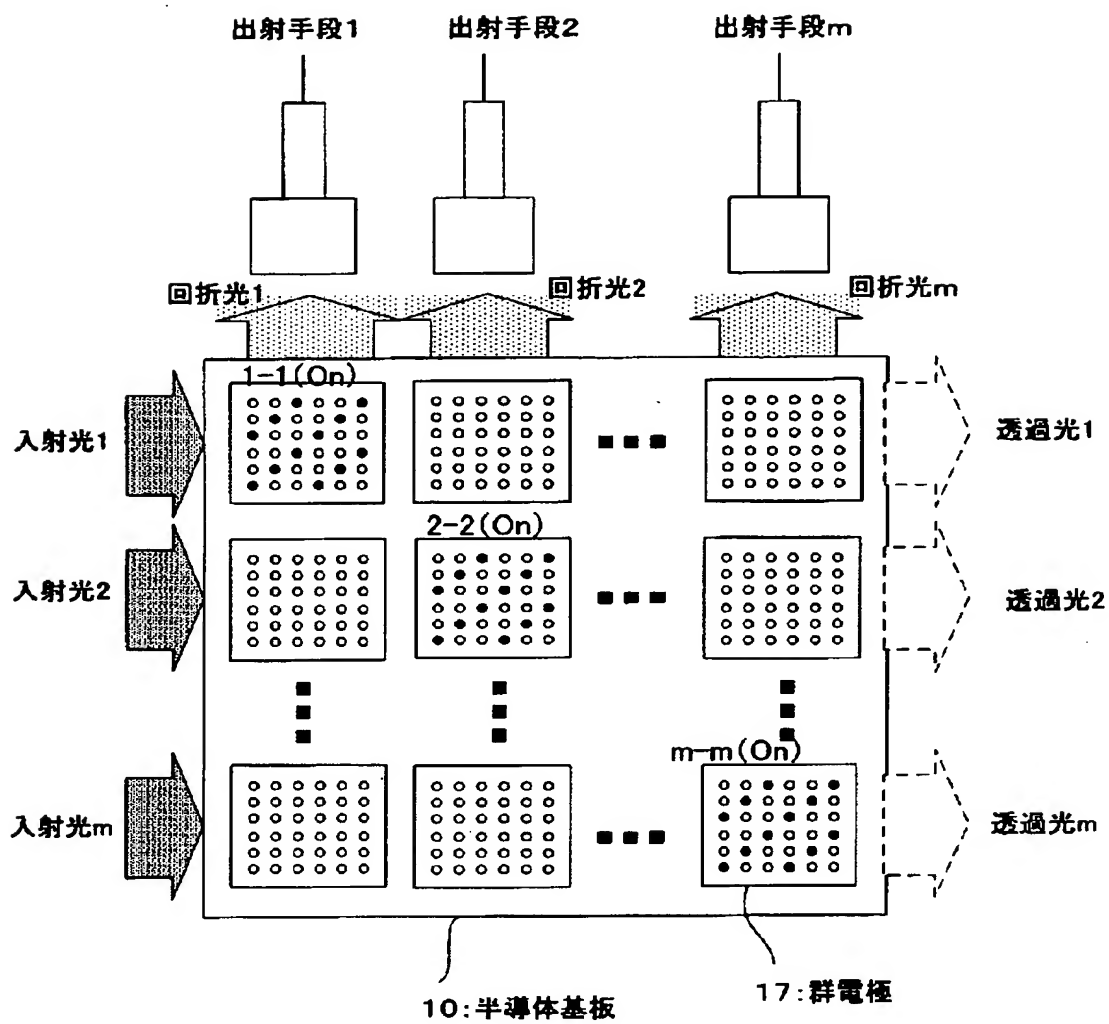
【図 1】



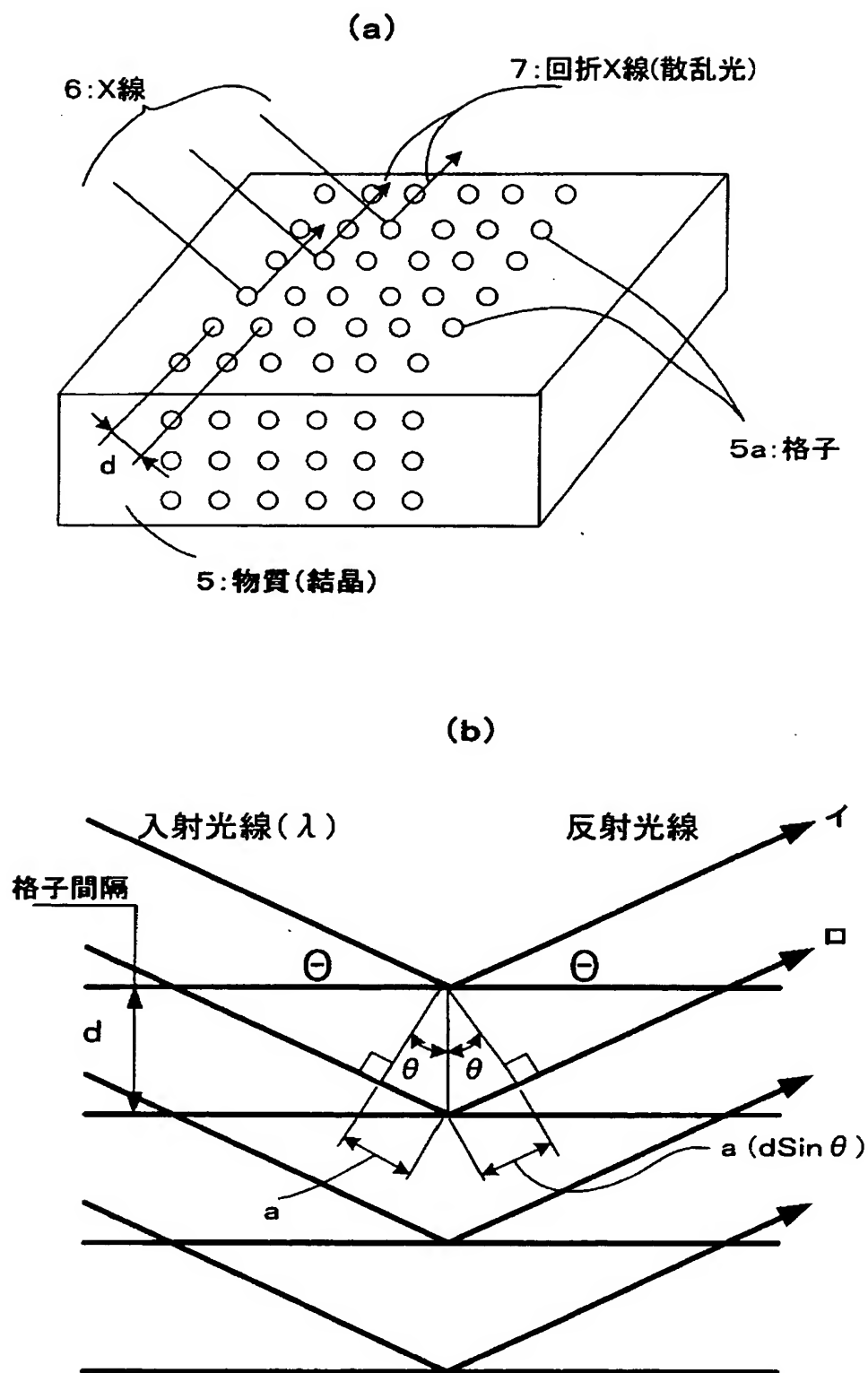
【図 2】



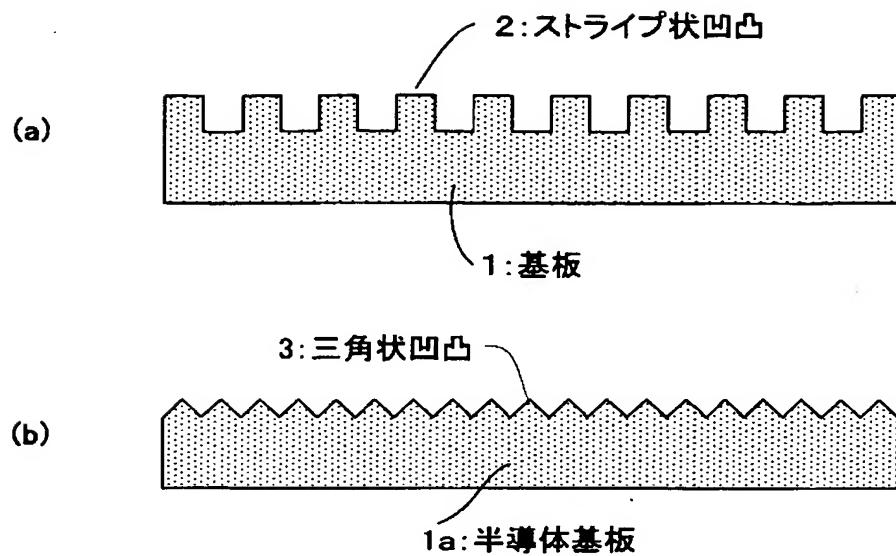
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 制御の自由度が高く、小型で、信頼性に富んだアクティブ回折格子を実現する。

【解決手段】 2次元平面に形成された光導波路と、この2次元平面上に一定の間隔でマトリックス状に複数個形成された点電極からなり、この点電極の大きさと点電極間の距離は、前記光導波路に入射する光の直径の長さに点電極を直線状に並べたときに、線として機能する程度に小さく、かつ、密に形成されると共に、前記光導波路に入射した光の進行方向に対して所定の角度を有して少なくとも2本の平行な線となるように、前記マトリックス状に配置された点電極の複数個を選択して電圧を印加し、前記2次元平面導波路に入射した光が前記少なくとも2本の平行な線で反射したときに、光の波長と前記2本の線の入射光に対する角度と線と線の距離がブラッグ反射条件を満足するように前記光導波路の屈折率を部分的に変化させた

【選択図】 図1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 1 1 9 3 2 3 |
| 受付番号 | 5 0 3 0 0 6 8 3 5 5 5 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第二担当上席 0 0 9 1 |
| 作成日 | 平成 1 5 年 4 月 2 5 日 |

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 4月24日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 9 3 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 5 0 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号

氏 名

横河電機株式会社